

**PROCEDE ET INSTALLATION D'ALIMENTATION D'UNE UNITE DE  
SEPARATION D'AIR AU MOYEN D'UNE TURBINE A GAZ**

La présente invention concerne un procédé et une installation d'alimentation d'une unité de séparation d'air au moyen d'une turbine à gaz.

De façon classique, une turbine à gaz comprend un compresseur, une chambre de combustion, ainsi qu'une turbine de détente, couplée au compresseur pour l'entraînement de ce dernier. Cette chambre de combustion reçoit un gaz de combustion, ainsi qu'une certaine quantité d'azote, destinée à abaisser la température de flamme dans cette chambre de combustion, ce qui permet de minimiser les rejets d'oxydes d'azote à l'atmosphère.

De façon connue, le gaz de combustion peut être obtenu par gazéification, à savoir par oxydation de produits carbonés, tels que du charbon ou bien encore des résidus pétroliers. Cette oxydation est réalisée dans une unité indépendante, dénommée gazéifieur.

De façon classique, il est possible d'associer cette turbine à gaz avec une unité de séparation d'air. Cette dernière, qui est habituellement une unité cryogénique comprenant au moins une colonne de distillation, permet de fournir, à partir d'air, au moins un courant gazeux constitué en majorité par un des gaz de l'air, notamment l'oxygène ou l'azote.

L'association de cette unité de séparation d'air avec la turbine à gaz consiste à tirer parti d'au moins un des deux courants gazeux précités. A cet effet, l'oxygène et l'azote produits dans l'unité de séparation d'air sont admis respectivement dans le gazéifieur et la chambre de combustion.

L'invention vise plus particulièrement la mise en œuvre combinée d'une turbine à gaz et d'une unité de

séparation d'air, dans laquelle l'air d'entrée, délivré à cette unité de séparation, est au moins en partie fourni par la turbine à gaz.

A cet effet, le circuit de refoulement du compresseur 5 de cette turbine à gaz est mis en communication avec l'entrée de l'unité de séparation, en remplacement ou en complément d'un compresseur externe d'alimentation. Cet agencement est notamment décrit dans EP-A-0 568 431.

La fraction d'air provenant de la turbine à gaz, dont 10 la température est supérieure à 350°C, doit être refroidie avant son admission à l'entrée de l'unité de séparation d'air. Par ailleurs, il est souhaitable que le courant gazeux d'azote résiduaire présente la température la plus élevée possible, lors de son admission dans la chambre de 15 combustion.

Dans ces conditions, il a été proposé, par US-A-3,731,495, de mettre en relation d'échange thermique l'air provenant de la turbine à gaz, ainsi que le courant d'azote résiduaire, afin d'homogénéiser leurs températures 20 respectives.

Cette solution connue présente cependant certains inconvénients.

En effet, le débit d'azote résiduaire, ainsi que le débit d'air provenant de la turbine à gaz, dépendent 25 uniquement des caractéristiques de cette dernière, ainsi que de la composition du gaz combustible admis dans la chambre de combustion. Ces débits sont ainsi susceptibles de différer très sensiblement l'un de l'autre.

Ainsi, le débit d'air provenant de la turbine à gaz 30 peut être particulièrement faible, de sorte qu'il ne permet pas de porter le courant d'azote résiduaire au-dessus de 200°C. Une telle température n'est pas acceptable, dans la

mesure où cet azote résiduaire doit être admis dans la chambre de combustion à au moins 290°C.

L'invention se propose de pallier cet inconvénient.

A cet effet, elle a pour objet un procédé  
5 d'alimentation d'une unité de séparation d'air au moyen  
d'une turbine à gaz, dans lequel on admet de l'air d'entrée  
dans une entrée de ladite unité de séparation, on fournit  
au moins une fraction dudit air d'entrée à partir de ladite  
turbine à gaz, on extrait de l'unité de séparation au moins  
10 un courant gazeux enrichi en azote, et on réchauffe ce  
courant gazeux enrichi en azote, caractérisé en ce que,  
pour réchauffer le courant gazeux enrichi en azote, on met  
en relation d'échange thermique, dans un premier échangeur,  
la fraction d'air d'entrée provenant de la turbine à gaz et  
15 une fraction liquide à réchauffer, de manière à obtenir une  
fraction liquide réchauffée, on ajoute cette fraction  
liquide réchauffée à une fraction liquide de mélange, de  
manière à obtenir une fraction liquide à refroidir, et on  
met en relation d'échange thermique, dans un second  
20 échangeur, cette fraction liquide à refroidir et le courant  
gazeux enrichi en azote.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- on fournit au moins une partie de la fraction  
liquide de mélange, à partir de la sortie d'une chaudière.
- 25 - on retourne, vers l'entrée d'une chaudière, au moins  
une partie de la fraction liquide refroidie dans le second  
échangeur.
  - on alimente en énergie cette chaudière, au moyen de  
la turbine à gaz.
  - 30 - on renvoie vers l'entrée du premier échangeur, au  
moins une partie de la fraction liquide refroidie dans le  
second échangeur.

- on met en relation d'échange thermique, à contre-courant, la fraction liquide à réchauffer et la fraction d'air d'entrée provenant de la turbine à gaz, ainsi que la fraction liquide à refroidir et le courant gazeux enrichi  
5 en azote.

- le liquide est de l'eau.

L'invention a également pour objet une installation d'alimentation d'une unité de séparation d'air au moyen d'une turbine à gaz, comprenant une turbine à gaz  
10 comportant des moyens de fourniture d'air comprimé, en particulier un compresseur, une unité de séparation d'air comprenant des moyens d'alimentation en air d'entrée comportant au moins des premiers moyens d'alimentation, en liaison avec les moyens de fourniture de la turbine à gaz,  
15 ainsi que des moyens d'évacuation d'au moins un courant gazeux enrichi en azote, cette installation comprenant en outre des moyens de chauffage du courant gazeux enrichi en azote, caractérisée en ces moyens de chauffage comprennent un premier échangeur de chaleur, dans lequel circulent les  
20 premiers moyens d'alimentation en air d'entrée, des moyens d'aménée d'une fraction liquide à réchauffer, débouchant à l'entrée du premier échangeur, des moyens d'évacuation d'une fraction liquide réchauffée, mis en communication avec la sortie du premier échangeur, un second échangeur de  
25 chaleur, dans lequel circulent les moyens d'évacuation du courant gazeux enrichi en azote, des moyens d'aménée d'une fraction liquide à refroidir, mis en communication avec l'entrée du second échangeur, et des moyens d'évacuation d'une fraction liquide refroidie, mis en communication avec  
30 la sortie du second échangeur, et en ce que les moyens d'évacuation de la fraction liquide réchauffée sont mis en communication avec les moyens d'aménée de la fraction liquide à refroidir.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- les moyens d'amenée de la fraction liquide à refroidir sont mis en communication avec une chaudière.
- les moyens d'évacuation de la fraction liquide refroidie sont mis en communication avec l'entrée d'une chaudière.
- il est prévu des moyens d'alimentation en énergie, s'étendant entre la turbine à gaz et cette chaudière.
- les moyens d'amenée de la fraction liquide à réchauffer sont mis en communication avec les moyens d'évacuation de la fraction liquide refroidie.
- les échangeurs de chaleur sont de type à contre-courant.

L'invention va être décrite ci-après, en référence aux dessins annexés donnés uniquement à titre d'exemple non limitatif, dans lesquels les figures 1 et 2 sont des vues schématiques illustrant des installations conformes à deux modes de réalisation de l'invention.

L'installation représentée aux figures 1 et 2 comprend une turbine à gaz, désignée dans son ensemble par la référence 2, qui comporte, de façon classique, un compresseur d'air 4, une turbine de détente 6, couplée au compresseur 4, ainsi qu'une chambre de combustion 8. Cette turbine à gaz 2 est également pourvue d'un alternateur 10, entraîné par un arbre 12, commun au compresseur 4 ainsi qu'à la turbine 6.

L'installation de la figure 1 comprend également une unité de séparation d'air, de type connu, désignée dans son ensemble par la référence 14. L'entrée de cette unité de séparation 14 est alimentée en air par une conduite 16, mise en communication avec le circuit de refoulement 18 du compresseur 4.

L'unité de séparation opère par cryogénie et comporte à cet effet plusieurs colonnes de distillation non représentées.

Une ligne 20 permet d'évacuer, hors de l'unité 14, un 5 premier courant W d'azote résiduaire, contenant quelques % d'oxygène. Cette ligne 20 débouche dans un compresseur 22, en aval duquel s'étend une conduite 24, qui débouche dans la chambre de combustion 8.

Une conduite 26 permet l'évacuation, hors de l'unité 10 14, d'un courant gazeux GOX riche en oxygène. Cette conduite 26 débouche dans un compresseur 28, en aval duquel s'étend une ligne 30. Celle-ci débouche dans un gazéifieur 32, de type classique, qui est alimenté par un réservoir non représenté, contenant des produits carbonés, tels que 15 du charbon.

Une ligne 34, qui s'étend en aval du gazéifieur 32, véhicule le gaz combustible issu de l'oxydation des produits carbonés précités. Cette ligne 34 est mise en communication avec la chambre de combustion 8 de la turbine 20 à gaz.

La turbine de détente 6 de la turbine à gaz 2 est mise en relation, via une conduite 36, avec une chaudière 38 de récupération de la chaleur des fumées, détendues en sortie de cette turbine 6. Cette chaudière 38 reçoit, via une 25 ligne 40 munie d'une pompe 42, de l'eau, qui est réchauffée dans cette chaudière et se trouve évacuée par une conduite 44. Cette dernière débouche dans une zone de génération de vapeur haute pression, de type classique, qui est désignée par la référence 46.

30 Une ligne 48, qui est piquée sur la conduite 44, débouche à l'entrée d'un échangeur de chaleur. Ce dernier reçoit par ailleurs la ligne 20 véhiculant l'azote résiduaire.

Une conduite 52, permettant d'évacuer l'eau amenée par la ligne 48, relie la sortie de l'échangeur 50 avec la ligne 40. Cette conduite 52 débouche dans cette ligne 40, en amont de la pompe 42.

5 Par ailleurs, une ligne 54 est piquée sur la ligne 40, en aval de la pompe 42. Cette ligne 54 est mise en communication avec l'entrée d'un échangeur 56, analogue à celui 50. Cet échangeur 56 reçoit par ailleurs la ligne 16, véhiculant la fraction d'air d'entrée provenant de la  
10 turbine à gaz 2.

Une conduite 58 relie par ailleurs la sortie de l'échangeur 56 avec la ligne 48, permettant l'amenée d'eau dans le premier échangeur 50. On note 60 l'extrémité de la ligne 48, s'étendant en aval du débouché de la conduite 58.

15 Le fonctionnement de l'installation ci-dessus va être décrit dans ce qui suit, en référence à la figure 1.

L'unité de séparation d'air 14 reçoit de l'air comprimé provenant du compresseur 4 et produit, de façon classique, deux courants gazeux, enrichis respectivement en  
20 azote et oxygène, qui sont véhiculés par la ligne 20 et la conduite 26.

Le courant gazeux enrichi en oxygène est admis dans le gazéifieur 32, qui reçoit par ailleurs des produits carbonés, tel du charbon. L'oxydation réalisée dans ce  
25 gazéifieur conduit à la production de gaz combustible, délivré par la conduite 34, qui alimente la chambre de combustion 8 de la turbine à gaz. Cette dernière reçoit en outre par la conduite 24, le courant gazeux W enrichi en azote, ainsi que, par la ligne 18, l'air comprimé provenant  
30 du compresseur 4.

Les gaz issus de la combustion correspondante, mélangés à l'azote résiduaire, sont envoyés vers l'admission de la turbine de détente 6, où ils se détendent

en entraînant cette dernière. Ceci permet également, via l'arbre 12, l'entraînement du compresseur 4 ainsi que de l'alternateur 10, qui alimente par exemple un réseau de distribution électrique non représenté.

5 Les fumées détendues en sortie de la turbine 6 permettent de réchauffer, dans la chaudière 38, l'eau admise par la ligne 40. Ainsi, cette eau, dont la température est d'environ 100°C dans la ligne 40, se trouve portée à environ 300°C dans la conduite 44.

10 La ligne 54 dirige, vers l'entrée de l'échangeur 56, de l'eau à réchauffer, qui se trouve à environ 100°C. Cette dernière est mise en relation d'échange de chaleur avec la fraction d'air provenant de la turbine à gaz 2, qui est véhiculée par la ligne 16.

15 De l'eau réchauffée est alors évacuée de l'échangeur 56, par l'intermédiaire de la conduite 58. Cette eau réchauffée est alors mélangée à la fraction d'eau prélevée par la ligne 48, dont la température est d'environ 300°C.

Le mélange d'eau correspondant est admis à l'entrée de  
20 l'échangeur 50, via l'extrémité aval 60 de la ligne 48.

Cette eau à refroidir, véhiculée par l'extrémité 60, est alors mise en relation d'échange thermique avec le courant d'azote résiduaire, s'écoulant dans la ligne 20.

La conduite 52 renvoie ensuite, vers la ligne 40, une  
25 eau refroidie, dont la température est d'environ 100°C. Par ailleurs, l'azote résiduaire est évacué de l'échangeur 50, via la ligne 20, à une température permettant son admission dans la chambre de combustion 8 selon des conditions optimales.

30 Les débits respectifs d'eau réchauffée et d'eau de mélange, véhiculées respectivement par la conduite 58 et la ligne 48, sont tels qu'ils permettent de porter l'azote résiduaire à environ 290°C.

La figure 2 représente un second mode de réalisation de l'installation conforme à l'invention.

Cette variante diffère de l'installation représentée à la figure 1, en ce que l'eau à réchauffer n'est plus prélevée en amont de la chaudière 38. Ainsi, comme le montre la figure 2, l'eau à réchauffer est prélevée, via une ligne 54', à partir du courant d'eau refroidi, évacué de l'échangeur 50 via la ligne 52. La circulation de ce prélèvement d'eau est assurée par l'intermédiaire d'une pompe 55.

Le fonctionnement de l'installation illustrée sur cette figure 2 est analogue à celui de l'installation de la figure 1.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits et représentés.

Ainsi, il est possible d'alimenter la chambre de combustion 8, en utilisant uniquement l'azote résiduaire produit par l'unité de séparation d'air. Dans cette optique, le gaz de combustion, qui est alors par exemple du gaz naturel, n'est pas réalisé à partir de l'oxygène formé dans l'unité de séparation 2.

Il est également envisageable d'alimenter seulement en partie l'unité de séparation 14 par l'intermédiaire de la turbine. Un compresseur indépendant est alors prévu, dont la sortie est mise en communication avec la conduite 16.

L'invention permet de réaliser les objectifs précédemment mentionnés.

Faire appel à deux fractions liquides distinctes permet de réchauffer l'azote résiduaire de façon optimale. En effet, cette solution permet, d'une part, de tirer parti de la chaleur cédée par l'air provenant de la turbine à gaz et, d'autre part, d'apporter la quantité de chaleur d'appoint tout juste nécessaire au réchauffement de l'azote

10

résiduaire, en faisant varier le débit de la fraction liquide de mélange, véhiculée par la ligne 48.

L'invention permet d'utiliser également la chaleur récupérée dans la chaudière 38. Une telle solution, qui est 5 avantageuse en termes énergétiques, fait intervenir des équipements simples et peu coûteux. En effet, cette chaudière est nécessairement voisine de la turbine à gaz, dans la mesure où elle se trouve alimentée par cette turbine.

10

REVENDICATIONS

1. Procédé d'alimentation d'une unité de séparation  
5 d'air (14) au moyen d'une turbine à gaz (2), dans lequel on admet (par 16) de l'air d'entrée dans une entrée de ladite unité de séparation (14), on fournit (par 16) au moins une fraction dudit air d'entrée à partir de ladite turbine à gaz (2), on extrait de l'unité de séparation (16) au moins  
10 un courant gazeux (par 20, 24) enrichi en azote, et on réchauffe ce courant gazeux enrichi en azote, caractérisé en ce que, pour réchauffer le courant gazeux enrichi en azote, on met en relation d'échange thermique, dans un premier échangeur (56), la fraction d'air d'entrée  
15 provenant de la turbine à gaz (2) et une fraction liquide à réchauffer (54 ; 54'), de manière à obtenir une fraction liquide réchauffée (58), on ajoute cette fraction liquide réchauffée (58) à une fraction liquide de mélange (48), de manière à obtenir une fraction liquide à refroidir (60), et  
20 on met en relation d'échange thermique, dans un second échangeur (50), cette fraction liquide à refroidir (60) et le courant gazeux enrichi en azote.

2. Procédé d'alimentation selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on fournit au moins une partie de la  
25 fraction liquide de mélange (48), à partir de la sortie d'une chaudière (38).

3. Procédé d'alimentation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on retourne, vers l'entrée d'une chaudière (38), au moins une  
30 partie de la fraction liquide (52) refroidie dans le second échangeur (50).

4. Procédé d'alimentation selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce qu'on alimente en énergie (par 36) cette chaudière (38), au moyen de la turbine à gaz (2).

5. Procédé d'alimentation selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce qu'on renvoie (par 54') vers l'entrée du premier échangeur (56), au moins une partie de la fraction liquide (52) refroidie dans le second échangeur (50).

10 6. Procédé d'alimentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on met en relation d'échange thermique, à contre-courant, la fraction liquide à réchauffer (54 ; 54') et la fraction d'air d'entrée provenant de la turbine à gaz (2), ainsi que la fraction liquide à refroidir (60) et le courant gazeux 15 enrichi en azote.

7. Procédé d'alimentation selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le liquide est de l'eau.

20 8. Installation d'alimentation d'une unité de séparation d'air (14) au moyen d'une turbine à gaz (2), comprenant une turbine à gaz (2) comportant des moyens de fourniture d'air comprimé, en particulier un compresseur (4), une unité de séparation d'air (14) comprenant des moyens d'alimentation (16) en air d'entrée comportant au 25 moins des premiers moyens d'alimentation (16), en liaison avec les moyens de fourniture (4) de la turbine à gaz (2), ainsi que des moyens d'évacuation (20, 24) d'au moins un courant gazeux enrichi en azote, cette installation comprenant en outre des moyens de chauffage du courant 30 gazeux enrichi en azote, caractérisée en ces moyens de chauffage comprennent un premier échangeur de chaleur (56), dans lequel circulent les premiers moyens (16) d'alimentation en air d'entrée, des moyens d'aménée (54 ;

54') d'une fraction liquide à réchauffer, débouchant à l'entrée du premier échangeur (56), des moyens d'évacuation (58) d'une fraction liquide réchauffée, mis en communication avec la sortie du premier échangeur, un 5 second échangeur de chaleur (50), dans lequel circulent les moyens d'évacuation (20, 24) du courant gazeux enrichi en azote, des moyens d'aménéée (60) d'une fraction liquide à refroidir, mis en communication avec l'entrée du second échangeur, et des moyens d'évacuation (52) d'une fraction 10 liquide refroidie, mis en communication avec la sortie du second échangeur (50), et en ce que les moyens d'évacuation (58) de la fraction liquide réchauffée sont mis en communication avec les moyens d'aménéée (60) de la fraction liquide à refroidir.

15 9. Installation selon la revendication 8, caractérisée en ce que les moyens d'aménéée de la fraction liquide à refroidir (60) sont mis en communication avec une chaudière (38).

10. Installation selon la revendication 8 ou 9, 20 caractérisée en ce que les moyens d'évacuation (52) de la fraction liquide refroidie sont mis en communication avec l'entrée d'une chaudière (38).

11. Installation selon la revendication 9 ou 10, caractérisée en ce qu'il est prévu des moyens (36) 25 d'alimentation en énergie, s'étendant entre la turbine à gaz (2) et cette chaudière (38).

12. Installation selon la revendication 8 ou 9, caractérisée en ce que les moyens d'aménéée (54') de la fraction liquide à réchauffer sont mis en communication 30 avec les moyens d'évacuation (52) de la fraction liquide refroidie.

14

13. Installation selon l'une des revendications 8 à 12, caractérisée en ce les échangeurs de chaleur (50, 56) sont de type à contre-courant.

1/2

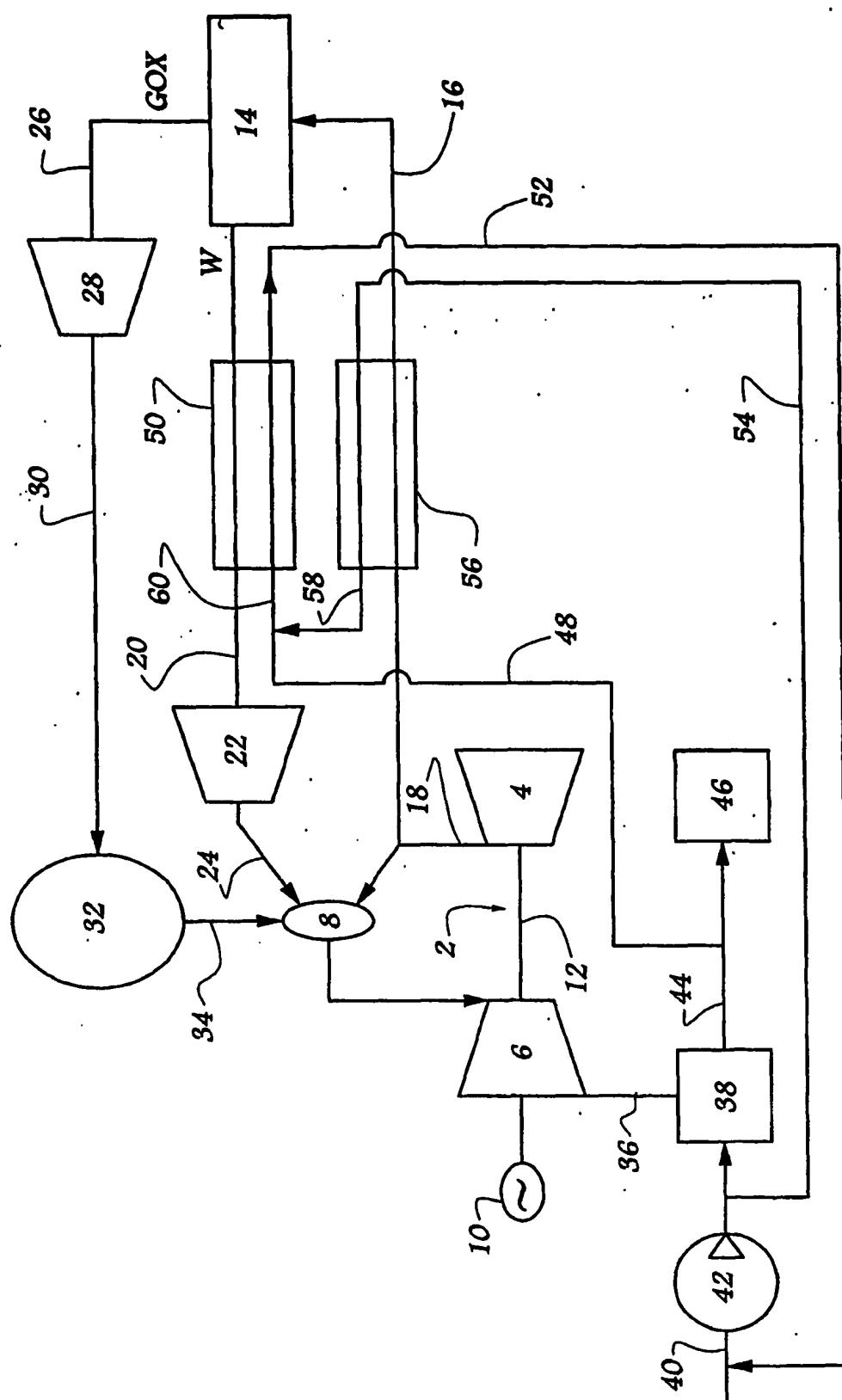


Fig. 1

2/2

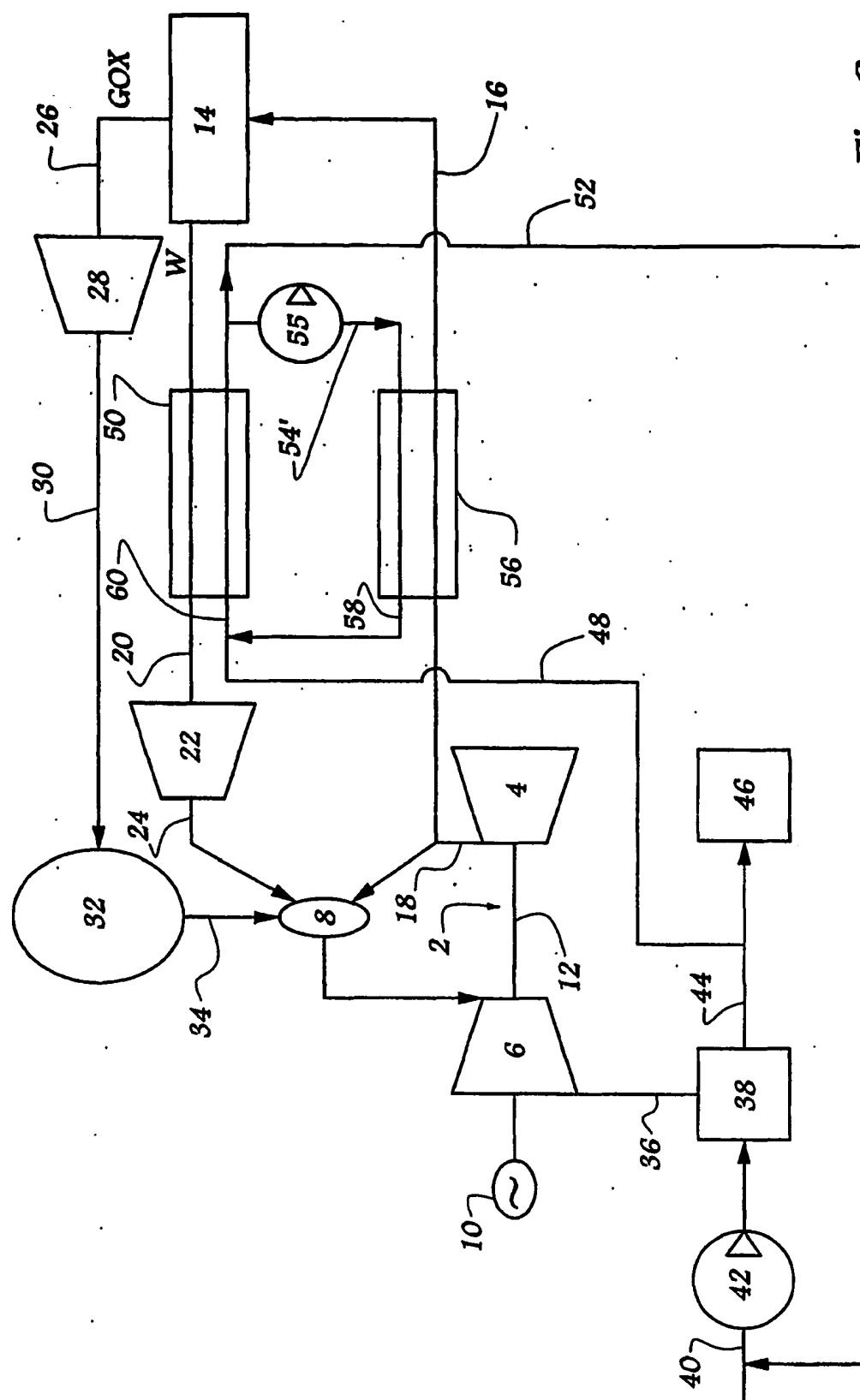


Fig.2